

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11) 特許番号

特許第3022854号
(P3022854)

(45) 発行日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(24) 登録日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z

H 0 4 L 7/00

H 0 4 L 7/00

F

請求項の数18(全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平10-302413

(22) 出願日 平成10年10月23日 (1998. 10. 23)

審査請求日 平成10年10月23日 (1998. 10. 23)

(73) 特許権者 395017298

株式会社次世代デジタルテレビジョン放
送システム研究所
東京都港区赤坂四丁目13番5号

(73) 特許権者 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 木曾田 晃

東京都港区赤坂5丁目2番8号 株式会
社次世代デジタルテレビジョン放送シ
ステム研究所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

審査官 田口 英雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遅延プロファイル解析装置及びシンボル同期方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重 (OFDM) 伝送方式のシステムに用いられ、

当該伝送方式のOFDM信号には、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、その遅延プロファイルを解析する遅延プロファイル解析装置において、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同

2

期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号抽出手段で抽出された位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号抽出手段で位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換することで遅延プロファイルを求める逆フーリエ変

換手段とを具備することを特徴とする遅延プロファイル解析装置。

【請求項2】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式のシステムに用いられ、

当該伝送方式のOFDM信号には、毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、その遅延プロファイルを解析する遅延プロファイル解析装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定シンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で位相基準信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換することで遅延プロファイルを求める逆フーリエ変換手段とを具備することを特徴とする遅延プロファイル解析装置。

【請求項3】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式であって、

当該伝送方式のOFDM信号を構成する複数の搬送波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用いる方式のシステムに用いられ、

前記差動検波用セグメントでは、毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位

相基準信号が特定のシンボルに配され、前記同期検波用セグメントでは、前記DBPSK変調された信号に加えて、シンボル時間及びキャリア周波数方向に周期的に分散した搬送波を特定の位相及び振幅で変調する分散パイロット信号が配されている場合に、その遅延プロファイルを解析する遅延プロファイル解析装置において、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記同期検波用セグメントの分散パイロット信号を抽出する分散パイロット信号抽出手段と、

前記分散パイロット信号抽出手段で抽出された分散パイロット信号をシンボル時間方向に補間する補間手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定シンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号を抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームの前記特定シンボル位置から前記補間手段で補間された分散パイロット信号を取り出し、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号と合成する合成手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記合成手段から出力される合成信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記合成信号成分がないキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換することで遅延プロファイルを求める逆フーリエ変換手段とを具備することを特徴とする遅延プロファイル解析装置。

【請求項4】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式であって、

当該伝送方式のOFDM信号を構成する複数の搬送波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用いる方式のシステムに用いられ、

前記同期検波用セグメント及び差動検波用セグメントに、毎シンボル同じキャリア位置に連続パイロット信号

及びDBPSK変調された信号が配されている場合に、その遅延プロファイルを解析する遅延プロファイル解析装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号を抽出する信号抽出手段と、

前記DBPSK変調された信号を抽出する信号抽出手段で抽出されたDBPSK変調された信号のデータ誤りを訂正する誤り訂正手段と、

前記誤り訂正手段で誤り訂正されたDBPSK変調された信号を差動符号化する差動符号化手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームの各シンボルについて、前記信号抽出手段で抽出された連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号を、受信側で既知の連続パイロット信号及び前記前記差動符号化手段で差動符号化された信号でキャリア毎に複素除算し、前記信号抽出手段で連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共ゼロを挿入するシンボル処理手段と、

前記シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換することで遅延プロファイルを求める逆フーリエ変換手段とを具備することを特徴とする遅延プロファイル解析装置。

【請求項5】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式であって、

当該伝送方式のOFDM信号を構成する複数の搬送波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用いる方式のシステムに用いられ、

前記同期検波用セグメントでは、シンボル時間及びキャリア周波数方向に周期的に分散した搬送波を特定の位相及び振幅で変調する分散パイロット信号が配されると共に、シンボル方向について同一キャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記差動検波用セグメントでは、毎シンボル同じキャリア位置にDBPSK変調された信号及び連続パイロット信号が配されている場合に、その遅延プロファイルを解析する遅延プロファイル解析装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同

期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから、前記連続パイロット信号、DBPSK変調された信号、及び前記同期検波用セグメントの分散パイロット信号を抽出する信号抽出手段と、

10 前記信号抽出手段で抽出された分散パイロット信号をシンボル時間方向に補間する補間手段と、

前記信号抽出手段で抽出されたDBPSK変調された信号のデータ誤りを訂正する誤り訂正手段と、

前記誤り訂正手段で誤り訂正された信号を差動符号化する差動符号化手段と、

前記連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号を前記補間手段でシンボル方向に補間された分散パイロット信号と合成する合成手段と、

20 前記合成手段で合成された前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、DBPSK変調された信号を受信側で既知の信号及び前記差動符号化手段で差動符号化された信号でキャリア毎に複素除算し、前記合成手段で合成された前記連続パイロット信号、DBPSK変調された信号、補間された分散パイロット信号が配置されるキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共ゼロを挿入する合成信号処理手段と、

30 前記合成信号処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換することで遅延プロファイルを求める逆フーリエ変換手段とを具備することを特徴とする遅延プロファイル解析装置。

【請求項6】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式のシステムに用いられ、

当該伝送方式のOFDM信号には、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、その遅延プロファイルを解析する遅延プロファイル解析装置において、

40 前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、

50 前記シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号の全部或いは一部を

抽出する位相基準信号抽出手段と、
前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号抽出手段で抽出された位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号抽出手段で位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを前記抽出した信号に挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する第1の逆フーリエ変換手段と、
前記特定のシンボルに配されるDBPSK変調される信号の送信側の配置パターンを得る配置パターン取得手段と、

前記配置パターン取得手段により得られた配置パターンを位相回転する位相回転手段と、

前記位相回転手段で取得された配置パターンを逆フーリエ変換する第2の逆フーリエ変換手段と、

前記第1の逆フーリエ変換手段で得られた信号から前記第2の逆フーリエ変換手段で得られた信号を正規化した後、この正規化された信号を前記第1の逆フーリエ変換手段で得られる信号から減算することで遅延プロファイルを得る正規化演算処理手段とを具備することを特徴とする遅延プロファイル解析装置。

【請求項7】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式のシステムに用いられ、

当該伝送方式のOFDM信号には、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号及び連続パイロット信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、その遅延プロファイルを解析する遅延プロファイル解析装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が配されている特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する信号抽出手段と、
前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルについて、前記信号抽出手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記信号抽出手段で位相基準

信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する第1の逆フーリエ変換手段と、

前記特定シンボルに配されるDBPSK変調される信号の送信側の配置パターンを得る配置パターン取得手段と、

前記配置パターン取得手段で取得された配置パターンを逆フーリエ変換する第2の逆フーリエ変換手段と、

前記第2の逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された配置パターンを位相回転する位相回転手段と、

前記第1の逆フーリエ変換手段で得られた信号から前記第2の逆フーリエ変換手段で得られた信号を正規化した後、この正規化された信号を前記第1の逆フーリエ変換手段で得られる信号から減算することで遅延プロファイルを求める正規化演算処理手段とを具備することを特徴とする遅延プロファイル解析装置。

【請求項8】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式のシステムに用いられ、

当該伝送方式のOFDM信号に、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、その遅延プロファイルを解析する遅延プロファイル解析装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が配されている特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルについて、前記位相基準信号抽出手段で抽出された位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号抽出手段で位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を位相回転する位相回転手段と、

前記位相回転手段で位相回転された信号を逆フーリエ変換する第1の逆フーリエ変換手段と、

前記特定シンボルのDBPSK変調される信号の送信側の配置パターンを得る配置パターン取得手段と、
前記配置パターン取得手段で取得された配置パターンを逆フーリエ変換する第2の逆フーリエ変換手段と、
 前記第1の逆フーリエ変換手段で得られた信号から前記第2の逆フーリエ変換手段で得られた信号を正規化した後、この正規化された信号を前記第1の逆フーリエ変換手段で得られる信号から減算することで遅延プロファイルを求める正規化演算処理手段とを具備することを特徴とする遅延プロファイル解析装置。

【請求項9】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式のシステムに用いられ、

当該伝送方式のOFDM信号には、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号及び連続パイロット信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配置されている場合に、その遅延プロファイルを解析する遅延プロファイル解析装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が配されている特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する信号抽出手段と、
前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記信号処理手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記信号抽出手段で位相基準信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を位相回転する位相回転手段と、

前記位相回転手段で位相回転された信号を逆フーリエ変換する第1の逆フーリエ変換手段と、

前記特定シンボルのDBPSK変調される信号の送信側の配置パターンを得る配置パターン取得手段と、

前記配置パターン取得手段で取得された配置パターンを逆フーリエ変換する第2の逆フーリエ変換手段と、

前記第1の逆フーリエ変換手段で得られた信号から前記第2の逆フーリエ変換手段で得られた信号を正規化した

後、この正規化された信号を前記第1の逆フーリエ変換手段で得られる信号から減算することで遅延プロファイルを求める正規化演算処理手段とを具備することを特徴とする遅延プロファイル解析装置。

【請求項10】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式のシステムに用いられ、

毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されているOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立する第1のシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号抽出手段で抽出された位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号抽出手段で位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、

前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項11】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式のシステムに用いられ、

毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されているOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立する第1のシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同

期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定シンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、
前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で位相基準信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、
前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項12】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式のシステムに用いられ、

毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されているOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立する第1のシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定シンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、
前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を複素形式で抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で抽出された複素形式の位相基準信号及び連続パイロット信号をキャリアごとに2乗して位相変換し、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で位相基準信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位

置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、

前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項13】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式であって、

当該伝送方式のOFDM信号を構成する複数の搬送波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用いる方式のシステムに用いられ、

前記差動検波用セグメントでは、毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配され、前記同期検波用セグメントでは、前記DBPSK変調された信号に加えて、シンボル時間及びキャリア周波数方向に周期的に分散した搬送波を特定の位相及び振幅で変調する分散パイロット信号が配されているOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立する第1のシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、

前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、
前記フレーム同期手段で確立された同期フレームの前記同期検波用セグメントから前記分散パイロット信号を抽出する分散パイロット信号抽出手段と、

前記分散パイロット信号抽出手段で抽出された分散パイロット信号をシンボル時間方向に補間する補間手段と、
前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号を、前記補間手段で補間された分散パイロット信号と合

成する合成手段と、

前記合成手段により合成された前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、前記位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、及び位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、

前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、

前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項14】 シンボル周期ごとに互いに直交する周波数関係にある複数の搬送波に変調を施してデジタル情報を伝送する直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式であって、

当該伝送方式のOFDM信号を構成する複数の搬送波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用いる方式のシステムに用いられ、

前記同期検波用セグメントでは、シンボル時間及びキャリア周波数方向に周期的に分散した搬送波を特定の位相及び振幅で変調する分散パイロット信号が配されると共にシンボル方向について同一キャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記差動検波用セグメントでは、連続パイロット信号及び同一キャリア位置にDBPSK変調された信号が配されているOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、

前記OFDM信号のシンボル同期を確立する第1のシンボル同期手段と、

前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、

前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号を抽出すると共に前記同期検波用セグメントの分散パイロット信号を抽出する信号抽出手段と、

前記信号抽出手段で抽出された分散パイロット信号をシンボル方向に補間する補間手段と、

前記信号抽出手段で抽出されたDBPSK変調された信号のデータ誤りを訂正する誤り訂正手段と、

前記誤り訂正手段で誤り訂正されたDBPSK変調された信号を差動符号化する差動符号化手段と、

前記補間手段で補間された分散パイロット信号と前記信号抽出手段で抽出された連続パイロット信号と前記差動符号化手段で差動符号化されたDBPSK変調された信

号を合成する合成手段と、

前記合成手段により合成された前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、及びDBPSK変調された信号を、受信側で既知の信号及び差動符号化された信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、及びDBPSK変調された信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入するシンボル処理手段と、

前記シンボル処理手段でゼロが挿入された信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、

前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項15】 前記フーリエ変換手段は、前記第2のシンボル同期手段で得られたピーク位置を基準に固定的な位置でフーリエ変換処理を行なうことを特徴とする請求項10乃至14のいずれか記載のOFDM受信装置。

【請求項16】 前記フーリエ変換手段は、前記逆フーリエ変換手段の出力信号により得られた信号のガード期間幅の電力が最大になるようにウィンドウを設けてフーリエ変換処理を行なうことを特徴とする請求項10乃至14のいずれか記載のOFDM受信装置。

【請求項17】 前記特定のシンボルとはフレームの先頭シンボルであることを特徴とする請求項1乃至3、7乃至9のいずれか記載の遅延プロファイル解析装置。

【請求項18】 前記特定のシンボルとはフレームの先頭シンボルであることを特徴とする請求項10、12乃至13のいずれか記載のOFDM受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直交周波数分割多重（OFDM）伝送方式によるデジタル放送に用いられる直交周波数分割多重信号復号装置に関し、特に業務用に必要な遅延プロファイルの評価装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、移動体向けデジタル音声放送（DAB）や地上系デジタルテレビ放送において、OFDM技術を用いた伝送方式が注目されている。

【0003】このOFDM方式は、マルチキャリア変調方式の一種であり、有効シンボル期間長で互いに直交する多数のキャリアに送信データを分割して割り当て、シンボル毎に各キャリアをQAM等の多値変調を用いて振幅及び位相に情報を乗せ、逆フーリエ変換によりOFDM信号を生成するものである。

【0004】OFDM信号は、多数のキャリアを用いるため、シンボル長を長くすることが可能である。そのため、信号の一部を巡回的に複写して伝送する期間、いわゆるガード期間を設けることができる。このガード期間

以内の遅延波であれば、受信側でFFT処理をする際に除去されるため、シンボル間干渉を生じないという特徴がある。

【0005】しかし、OFDM信号は、キャリア間隔が非常に狭いために、位相ノイズの影響を受けやすい。また、非線型ひずみに弱いと、その受信・復調技術がシングルキャリア方式に比べて困難とされている。

【0006】現在、日本では、欧州と同様、OFDM変調方式が地上デジタルテレビジョン放送に適していることを鑑み、ISDB-Tと呼ばれる方式の策定作業が進んでいる。この方式の特徴は、OFDM変調方式を採用したこともさることながら、帯域を13セグメントに分割し(2Kモードの場合、1セグメント=108キャリア)、最大3階層での伝送が可能で、階層ごとにQPSK、16QAM、64QAMなどのキャリア変調方式の設定が可能にある。また、移動受信を考慮して、DQPSKもキャリア変調として採用している。

【0007】キャリア変調がQPSK、16QAM、64QAMなどの同期系のセグメントでは、受信側での等化処理のためにSP(Scattered Pilot)信号(シンボル時間及びキャリア周波数方向に周期的に分散した搬送波を特定の位相及び振幅で変調した信号)が伝送される。これに対して、DQPSKをキャリア変調とした差動系セグメントでは、SP信号が不要である。そのため、同期系のセグメントと差動系のセグメントでは、CP(Continual Pilot)信号(特定のキャリア位置で毎シンボル同じパイロット信号)、AC(Auxiliary Channel)信号(付加情報を伝送するための信号でAC1とAC2が規定されている)及びTMCC(Transmission Mode Configuration Control)信号(制御情報を伝送する信号)等の本数が異なっている。モード1の場合、同期系セグメントでは、SP信号が9本、AC1信号が2本、TMCC信号が1本となっているのに対し、差動系セグメントではCP信号が1本、AC1信号が2本、AC2信号が4本、TMCC信号が5本となっている。

【0008】近年、このOFDMについてはさまざまな研究機関・メーカー等で研究がなされており、その結果、受信・復調技術についても実用的なレベルの報告が増えてきている。そこで、これらの従来の受信復調技術について整理しておく。

【0009】OFDMは、前述のようにガード期間に信号の一部を複写して伝送するという特徴がある。この区間を利用した受信復調技術についての報告は多い。

【0010】まず、ガード期間処理と呼ばれている処理について説明する。時間軸でベーズバンド信号までダウンコンバートされた信号は、その信号自身を有効シンボル期間長だけ遅延させた信号との積がとられる。この信号をガード期間の時間幅だけスライド積分することにより、三角形の形をした波形を得ることができる。この三角波のピーク位置からシンボルの粗同期が取られる。

受信されたデータはシンボル同期処理によりシンボルの境界が抽出され、その信号を利用してFFT処理が行われる。

【0011】また、このガード期間処理を利用して、テレビ学技報vol.19, No.38, pp.13-18, Aug.で報告されているようにキャリア間隔以内の周波数誤差の再生を行なうことができる。

【0012】FFT処理後のデータはキャリア間隔以内の周波数誤差が除去された信号であり、キャリア間隔単位の誤差のみが存在する。このキャリア間隔単位の誤差は、CP信号及びTMCC信号が受信側で既知であることから、これらの既知の配置パターンと受信されたデータとの相関をとることにより、キャリア間隔単位の周波数誤差が求まる。これをキャリア間隔以内の周波数誤差回路にフィードバックすることにより、周波数誤差の補正がなされる。

【0013】また、サンプリング周波数同期は以下のようにして確立される。前述のガード期間処理によって得られる三角形の波形のピークからピークの期間がシンボル期間であることから、例えば2Kモードでガードインターバル長が1/8の場合、シンボル期間は

$$2048(1+1/8)=2304$$

のキャリア数に相当するため、上記のシンボル期間を1/2304で分周することにより、サンプリングクロックが再生され、サンプリング周波数の同期がなされる。

【0014】上記の結果、シンボル同期、周波数同期、サンプリング周波数同期は確立される。

【0015】フレーム同期は以下のようにして確立される。ISDB-T方式では、TMCC信号の中に同期信号が埋め込まれている。この同期信号は受信側で既知であるため、広帯域AFCの場合と同様に、シンボル時間方向で、受信側で既知のTMCC信号中の同期信号と受信されたTMCC信号との相関をとることにより、フレーム同期が再生される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】このように、OFDMの復調技術はほぼ確立してきているが、マルチパス、フェージング環境下での受信の場合は以下のような問題を生ずる。

【0017】まず、上記のような環境下では、前述のガード期間処理によって得られる三角形の波形が乱れ、精密なシンボル同期が取れない。精密なシンボル同期を確立するためには、インパルス応答を求めることが必須である。

【0018】従来、欧州方式地上デジタルテレビジョン方式(DVB-T)では、SP信号のインパルスレスポンスから精密同期をとる方法が示されている。しかし、日本方式では、キャリア変調にDQPSKを用いた場合、SP信号が存在しないため、その方法をとることができない。また、CP信号を使う場合でも、その本数が

少ないために、正確なインパルス応答を求めることが困難である。

【0019】また、全セグメントが同期系のセグメントである場合、SP信号を用いることができ、インパルス応答は求まるが、遅延波を解析する場合、それが後ゴーストであるのか前ゴーストであるかの識別ができないという問題があった。

【0020】遅延波の解析については、従来は基準シンボルを用いた遅延プロファイルの測定がなされ、ITE '98:1998 ITE Annual Convention pp17-18等で報告がなされている。しかし、ISDB-T方式は、基準シンボルが存在しないため、ISDB-T方式での遅延プロファイルの測定は困難である。

【0021】しかし、地上デジタル放送の導入にあたり、放送局、中継局のプランニングをするためには、遅延プロファイルの評価が必須である。精密な遅延プロファイルを求め、デジタル放送にスムーズに移行するためには、遅延プロファイル評価用の特別の信号を送送することなく、現行のISDB-Tフォーマットを有効利用して、精密な伝送路特性の評価を行う必要がある。

【0022】本発明は、上記の事情を考慮してなされたもので、特別の信号を送送することなく遅延プロファイルを解析し評価し得る遅延プロファイル解析装置を提供することを第1の課題とし、遅延プロファイルを利用してシンボル同期を精密に行うことのできるOFDM受信装置を提供することを第2の課題とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】上記第1の課題を解決するために、本発明に係わる遅延プロファイル解析装置は以下のような特徴的構成を有する。

【0024】(1) OFDM信号に、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号の全部
或いは一部を抽出する位相基準信号抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号抽出手段で抽出された位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号抽出手段で位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換すること

遅延プロファイルを求める逆フーリエ変換手段とを具備して構成される。

【0025】(2) OFDM信号に、毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定シンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で位相基準信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換することで遅延プロファイルを求める逆フーリエ変換手段とを具備して構成される。

【0026】

【0027】

【0028】(3) OFDM信号を構成する複数の搬送波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用い、前記差動検波用セグメントでは、毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配され、前記同期検波用セグメントでは、前記DBPSK変調された信号に加えて、シンボル時間及びキャリア周波数方向に周期的に分散した搬送波を特定の位相及び振幅で変調する分散パイロット信号が配されている場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記同期検波用セグメントの分散パイロット信号を抽出する分散パイロット信号抽出手段と、前記分散パイロット信号抽出手段で抽出された分散パイロット信号をシンボル時間方向に補間する補間手

段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定シンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号を抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームの特定シンボル位置から前記補間手段で補間された分散パイロット信号を取り出し、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号と合成する合成手段と、
 10 前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記合成手段から出力される合成信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記合成信号成分がないキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換することで遅延プロフィールを求める逆フーリエ変換手段とを具備して構成される。

【0029】(4) OFDM信号を構成する複数の搬送波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用い、前記同期検波用セグメント及び差動検波用セグメントに、毎シンボル同じキャリア位置に連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号が配されている場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号を抽出する信号抽出手段と、前記DBPSK変調された信号を抽出する信号抽出手段で抽出されたDBPSK変調された信号のデータ誤りを訂正する誤り訂正手段と、前記誤り訂正手段で誤り訂正されたDBPSK変調された信号を差動符号化する差動符号化手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームの各シンボルについて、前記信号抽出手段で抽出された連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号を、受信側で既知の連続パイロット信号及び前記前記差動符号化手段で差動符号化された信号でキャリア毎に複素除算し、前記信号抽出手段で連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入するシンボル処理手段と、前記シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換することで遅延プロフィールを求める逆フーリエ変換手段とを具備して構成される。

【0030】(5) OFDM信号を構成する複数の搬送

波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用い、前記同期検波用セグメントでは、シンボル時間及びキャリア周波数方向に周期的に分散した搬送波を特定の位相及び振幅で変調する分散パイロット信号が配されると共に、シンボル方向について同一キャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記差動検波用セグメントでは、毎シンボル同じキャリア位置にDBPSK変調された信号及び連続パイロット信号が配されている場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから、前記連続パイロット信号、DBPSK変調された信号、及び前記同期検波用セグメントの分散パイロット信号を抽出する信号抽出手段と、前記信号抽出手段で抽出された分散パイロット信号をシンボル時間方向に補間する補間手段と、前記信号抽出手段で抽出されたDBPSK変調された信号のデータ誤りを訂正する誤り訂正手段と、前記誤り訂正手段で誤り訂正された信号を差動符号化する差動符号化手段と、前記連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号を前記補間手段でシンボル方向に補間された分散パイロット信号と合成する合成手段と、前記合成手段で合成された前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、DBPSK変調された信号を受信側で既知の信号及び前記差動符号化手段で差動符号化された信号でキャリア毎に複素除算し、前記合成手段で合成された前記連続パイロット信号、DBPSK変調された信号、補間された分散パイロット信号が配置されるキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する合成信号処理手段と、前記合成信号処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換することで遅延プロフィールを求める逆フーリエ変換手段とを具備して構成される。

【0031】(6) OFDM信号に、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号抽出手段と、前記特定シ

ンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号抽出手段で抽出された位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号抽出手段で位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを前記抽出した信号に挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する第1の逆フーリエ変換手段と、前記特定のシンボルに配されるDBPSK変調される信号の送信側の配置パターンを得る配置パターン取得手段と、前記配置パターン取得手段により得られた配置パターンを位相回転する位相回転手段と、前記位相回転手段で取得された配置パターンを逆フーリエ変換する第2の逆フーリエ変換手段と、前記第1の逆フーリエ変換手段で得られた信号から前記第2の逆フーリエ変換手段で得られた信号を正規化した後、この正規化された信号を前記第1の逆フーリエ変換手段で得られる信号から減算することで遅延プロファイルを得る正規化演算処理手段とを具備して構成される。

【0032】(7) OFDM信号に、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号及び連続パイロット信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が配されている特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する信号抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルについて、前記信号抽出手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記信号抽出手段で位相基準信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する第1の逆フーリエ変換手段と、前記特定のシンボルに配されるDBPSK変調される信号の送信側の配置パターンを得る配置パターン取得手段と、前記配置パターン取得手段で取得された配置パターンを逆フーリエ変換する第2の逆フーリエ変換手段と、前記第2の逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された配置パターンを位相回転する位相回転手段と、前記第1の逆フーリエ変換手段で得られた信号から前記第2の逆フーリエ変換手段で得られた信号を正規化した後、この正規化された信号を前記第1の逆フーリエ変換手段で得られる信号から減

算することで遅延プロファイルを求める正規化演算処理手段とを具備して構成される。

【0033】(8) OFDM信号に、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されている場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が配されている特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルについて、前記位相基準信号抽出手段で抽出された位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号抽出手段で位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を位相回転する位相回転手段と、前記位相回転手段で位相回転された信号を逆フーリエ変換する第1の逆フーリエ変換手段と、前記特定のシンボルのDBPSK変調される信号の送信側の配置パターンを得る配置パターン取得手段と、前記配置パターン取得手段で取得された配置パターンを逆フーリエ変換する第2の逆フーリエ変換手段と、前記第1の逆フーリエ変換手段で得られた信号から前記第2の逆フーリエ変換手段で得られた信号を正規化した後、この正規化された信号を前記第1の逆フーリエ変換手段で得られる信号から減算することで遅延プロファイルを求める正規化演算処理手段とを具備して構成される。

【0034】(9) OFDM信号に、毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号及び連続パイロット信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配置されている場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立するシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が配されている特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する信号抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルについて、前記信号処理手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算

し、前記信号抽出手段で位相基準信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を位相回転する位相回転手段と、前記位相回転手段で位相回転された信号を逆フーリエ変換する第1の逆フーリエ変換手段と、前記特定シンボルのDBPSK変調される信号の送信側の配置パターンを得る配置パターン取得手段と、前記配置パターン取得手段で取得された配置パターンを逆フーリエ変換する第2の逆フーリエ変換手段と、前記第1の逆フーリエ変換手段で得られた信号から前記第2の逆フーリエ変換手段で得られた信号を正規化した後、この正規化された信号を前記第1の逆フーリエ変換手段で得られる信号から減算することで遅延プロファイルを求める正規化演算処理手段とを具備して構成される。

【0035】尚、(1)～(3)、(7)～(9)の構成において、特定のシンボルとはフレームの先頭シンボルであることを特徴とする。

【0036】また、上記第2の課題を解決するために、本発明に係わるOFDM受信装置は以下のような特徴的構成を有する。

【0037】(10) 毎シンボル同じ特定のキャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されているOFDM信号を受信する場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立する第1のシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定のシンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号抽出手段で抽出された位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号抽出手段で位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備して構成される。

【0038】(11) 毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されているOFDM信号を受信する場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立する

第1のシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定シンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号及び連続パイロット信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で位相基準信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備して構成される。

【0039】(12) 毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配されているOFDM信号を受信する場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立する第1のシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定シンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を複素形式で抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で抽出された複素形式の位相基準信号及び連続パイロット信号をキャリアごとに2乗して位相変換し、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で位相基準信号及び連続パイロット信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備して構成される。

【0040】(13) OFDM信号を構成する複数の搬

送波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用い、前記差動検波用セグメントでは、毎シンボル同じ特定のキャリア位置に連続パイロット信号とDBPSK変調された信号が配され、前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が特定のシンボルに配され、前記同期検波用セグメントでは、前記DBPSK変調された信号に加えて、シンボル時間及びキャリア周波数方向に周期的に分散した搬送波を特定の位相及び振幅で変調する分散パイロット信号が配されているOFDM信号を受信する場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立する第1のシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記DBPSK変調された信号の位相基準信号が伝送される特定のシンボルを抽出する特定シンボル抽出手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルから前記DBPSK変調の位相基準信号及び連続パイロット信号の全部或いは一部を抽出する位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームの前記同期検波用セグメントから前記分散パイロット信号を抽出する分散パイロット信号抽出手段と、前記分散パイロット信号抽出手段で抽出された分散パイロット信号をシンボル時間方向に補間する補間手段と、前記特定シンボル抽出手段で抽出された特定シンボルについて、前記位相基準信号及び連続パイロット信号抽出手段で抽出された位相基準信号及び連続パイロット信号を、前記補間手段で補間された分散パイロット信号と合成する合成手段と、前記合成手段により合成された前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、前記位相基準信号を受信側で既知の信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、及び位相基準信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入する特定シンボル処理手段と、前記特定シンボル処理手段で得られた信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備して構成される。

【0041】(14) OFDM信号を構成する複数の搬送波のうち、所定数の搬送波を1単位として一つ以上のセグメントに割り当て、1以上の搬送波を帯域終端パイロット信号に割り当て、前記一つ以上のセグメントをセグメントごとにそれぞれ同期検波用、差動検波用のいずれか一方として用い、前記同期検波用セグメントでは、シンボル時間及びキャリア周波数方向に周期的に分散し

た搬送波を特定の位相及び振幅で変調する分散パイロット信号が配されると共にシンボル方向について同一キャリア位置にDBPSK変調された信号が配され、前記差動検波用セグメントでは、連続パイロット信号及び同一キャリア位置にDBPSK変調された信号が配されているOFDM信号を受信する場合に、前記OFDM信号のシンボル同期を確立する第1のシンボル同期手段と、前記OFDM信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記OFDM信号のフレーム同期を確立するフレーム同期手段と、前記フレーム同期手段で確立された同期フレームから前記連続パイロット信号及びDBPSK変調された信号を抽出すると共に前記同期検波用セグメントの分散パイロット信号を抽出する信号抽出手段と、前記信号抽出手段で抽出された分散パイロット信号をシンボル方向に補間する補間手段と、前記信号抽出手段で抽出されたDBPSK変調された信号のデータ誤りを訂正する誤り訂正手段と、前記誤り訂正手段で誤り訂正されたDBPSK変調された信号を差動符号化する差動符号化手段と、前記補間手段で補間された分散パイロット信号と前記信号抽出手段で抽出された連続パイロット信号と前記差動符号化手段で差動符号化されたDBPSK変調された信号を合成する合成手段と、前記合成手段により合成された前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、及びDBPSK変調された信号を、受信側で既知の信号及び差動符号化された信号を用いてキャリア毎に複素除算し、前記連続パイロット信号、補間された分散パイロット信号、及びDBPSK変調された信号が抽出されたキャリア位置以外のキャリア位置に実部虚部共にゼロを挿入するシンボル処理手段と、前記シンボル処理手段で処理された信号を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、前記逆フーリエ変換手段で逆フーリエ変換された信号のピーク位置を基準に精密シンボル同期を取る第2のシンボル同期手段とを具備して構成される。

【0042】(15) 前記フーリエ変換手段は、前記第2のシンボル同期手段で得られたピーク位置を基準に固定的な位置でフーリエ変換処理を行なうことを特徴とする。

【0043】(16) 前記フーリエ変換手段は、前記逆フーリエ変換手段の出力信号により得られた信号のガード期間幅の電力が最大になるようにウィンドウを設けてフーリエ変換処理を行なうことを特徴とする。

【0044】尚、(10)、(12)～(13)の構成において、前記特定のシンボルとはフレームの先頭シンボルであることを特徴とする。

【0045】すなわち、本発明に係わる遅延プロファイルの評価は、以下のようで行う。

【0046】ISDB-T方式は、例えば2Kモードの場合、全てのセグメントが差動系であるとする、CP信号は14本である。また、DBPSKされるAC信号

は78本、TMCC信号は65本となる。

【0047】ここで、CP信号は、毎シンボル同じ位相情報がキャリアの位置毎に、特定のPN系列により2値の実部のデータとして伝送され、虚部はゼロが伝送される。また、TMCC信号は、フレームの先頭シンボルのみで、キャリア位置毎に、特定のPN系列により2値の実部のデータとして伝送され、虚部はゼロが伝送される。そのため、フレームの先頭シンボルでは、AC信号及びTMCCの位相情報はCP信号と同様、既知情報として扱える。よって、フレームの先頭シンボルでは157本の既知の信号が伝送されていると考えることができる。そこで、この先頭シンボルのみを用いて逆フーリエ変換することにより、他のシンボルを用いる場合よりも精度良く遅延プロファイルを求めることが可能となる。

【0048】この場合、使用するキャリア数157は必須ではなく、使用する本数が少ない場合でも同等の結果が得られる。但し、使用するキャリア数が多いほど正確な判定を行うことができる。

【0049】以下、遅延プロファイルの算出方法について説明する。

【0050】送信されるDBPSKの基準信号、CP信号及びSP信号を $S_{i,k}$ 、受信されるDBPSKの基準信号及びCP信号及びSP信号を $R_{i,k}$ とする。伝送路特性を $H_{i,k}$ とし、伝送路で付加されるノイズ成分を $N_{i,k}$ とすると、これらの関係は次式で表される。

$$R_{i,k} = H_{i,k} \cdot S_{i,k} + N_{i,k} \quad \dots (1)$$

したがって、伝送路特性は

$$H_{i,k} = R_{i,k} / S_{i,k} - N_{i,k} / S_{i,k} \quad \dots (2)$$

で表現される。ノイズは正負ランダムであるため、

$$H_{i,k} = R_{i,k} / S_{i,k} \quad \dots (3)$$

で近似できる。この処理により伝送路特性が求まる。受信側で、DBPSKの基準信号及びCP信号が伝送される位置のみ、この複素演算を行い、その他の部分はゼロを挿入する。ノイズが大きい場合は、誤差が大きくなるが同じ処理が行われる。

【0051】ここで得られた $H_{i,k}$ を逆フーリエ変換することにより、遅延プロファイルの解析が可能になる。遅延プロファイルの表示は、ここで得られた実部及び虚部をそれぞれ2乗し加算して電力としたもので代表して表示される。

【0052】次に、全セグメントが同期系の場合、AC1信号は26本である。また、TMCC信号は13本となる。したがって、フレームの先頭シンボルでの既知信号は差動系の場合と比較して非常に少ない。そこで、同期系のセグメントの場合には、毎シンボル伝送されるSP信号を用いる。

【0053】SP信号は、12キャリア毎に1キャリアを用いて伝送され、シンボル毎に3キャリアずつシフトする。したがって、シンボル方向に補間すれば、3キャリア間隔で基準信号を伝送していることになる。したが

って、遅延プロファイルを求めるために使用できるキャリアは468本となり、格段に安定した遅延プロファイルが得られる。

【0054】但し、補間処理により、折り返し成分が現れる。ISDB-Tの場合、有効シンボル長が $250 \mu s$ であるので、 $250 / 3$ より約 $83 \mu s$ 間隔隔てて折り返し成分が現れる。そのため、約 $83 \mu s$ 以内のゴースト成分であれば、遅延プロファイルを求めることができるが、通常、この処理だけを行なった場合、折り返し成分のため、 $50 \mu s$ の後ゴーストと、 $33 \mu s$ の前ゴーストを分離することができない。しかし、シンボル同期回路により、FFTのウィンドウ位置が分かっているため、その情報をもとに前ゴーストと後ゴーストを分離することが可能である。

【0055】差動セグメントと同期セグメントが混在した場合は、前記SP信号及びCP信号を全て用いることにより、遅延プロファイルを求めることができる。尚、同期セグメントのみの場合でも、前記SP信号及びCP信号を全て用いることにより、遅延プロファイルを求めることが可能である。

【0056】再度、全セグメントが差動系の場合を考える。この場合、使用するキャリアが157本であり、全セグメントが同期系で、補間処理されている場合と比較すると、キャリア数が少ないため、小さなゴースト成分は検知されないという問題がある。またフレームの先頭以外のシンボルでは使用可能な信号がCP信号のみに限定され、遅延プロファイルを求めることができない。

【0057】これは以下に述べる方法により解決できる。AC信号、TMCC信号などのDBPSK変調された信号は、フレームの先頭に基準位相が伝送される。したがって、誤りを訂正した後の信号は既知のデータとして利用することができる。受信側でDBPSK変調されたデータを誤り訂正後に、送信側で処理された場合と同様に差動符号化する。この差動符号化した信号が(3)式の $S_{i,k}$ である。 $R_{i,k}$ は受信したデータベクトルである。よって、(3)式の演算により伝送路特性が求まる。この信号を逆フーリエ変換することにより、遅延プロファイルを求めることができる。この方法を用いれば、全シンボルを用いて遅延プロファイルの算出が可能である。

【0058】尚、送信側でのFFTウィンドウ位置を求めるためならば、AC信号、TMCC信号などのDBPSK変調されたデータを2乗(複素平面上で2倍にする)して逆フーリエ変換することで、FFTウィンドウ位置を決定することができる。この場合、遅延プロファイルにおいて後ゴーストか前ゴーストかの情報が失われるが、送信側のFFT位置は正確に求めることができる。

【0059】全セグメントが差動符号化されている場合、使用できるキャリア数は157であり、業務用等で

精密な遅延プロファイルを求める場合にはいまだ不十分である。これは、主として使用するキャリア数が少ないことにより、配置パターンに起因するパルス状のノイズが存在することに起因する。この点については、送信される基準信号が既知であることから、その配置パターンを逆フーリエ変換したものを受信されたデータから減算することにより求めることができる。これにより使用するキャリアが少ないことに起因するノイズ成分が除去される。

【0060】このような方法を行なうためには、遅延プロファイルを求める以前に精密な周波数同期及びシンボル同期が得られている必要がある。従来の技術の項目で説明した技術を用いることにより、精密なAFCは確立している。シンボル同期については、本発明の実施の形態で詳細に説明する。サンプリング位相がずれている場合でも、位相の調整回路を組み込むことにより、精密な遅延プロファイルを求めることができる。

【0061】尚、この演算を行う場合、FFTの処理区間が送信側と同じであれば、主波として観測されるインパルス応答のピークは送受で同じ位置に現れるため、受信側で抽出され、位相を補正された後、逆フーリエ変換した信号Aを、CP、AC及びTMCC等の既知の配置パターンを逆フーリエ変換した信号Bを用いて正規化する。ここで得られた信号をCとすると、CからBを減算することにより、遅延プロファイルを求めることができる。

【0062】また、伝送路が理想的とした場合は、この演算処理により全ての成分がゼロとなる。したがって、主波も含めて伝送路応答を観測したい場合は、主波のインパルスの部分のみは減算を行わない等の方法により、主波及び遅延波の成分を求めることができる。

【0063】また、受信側のFFT処理区間が送信側とずれていても、精密同期処理を行なうことにより、受信側でのFFTウィンドウ位置が、送信側と同じになる。この場合、サンプリング位相ずれのみが残り、インパルスのフロアのノイズパターンが送信側におけるインパルスのフロアのノイズパターンと異なる。そのため、受信側で、位相を回転させることによって位相を揃え、その後減算処理をすることにより、詳細な遅延プロファイルを求めることができる。この場合もピーク位置のみは減算を行なわない。

【0064】上記の手法によって求められた遅延プロファイルは、受信側のFFT処理のウィンドウを決めるために用いることができる。OFDMは、ガード期間以内の遅延した信号成分の電力を利用することができるという利点がある。このため、ガード期間幅のウィンドウを設定し、これをシフトすることにより、ある期間内の電力の合計を求めることができる。この電力が最大となる点をフーリエ変換の同期位置とするという方法を用いれば、多数の遅延波がきた場合、あるいは前ゴーストが

存在する場合でも、問題なく信号を再生することができる。

【0065】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0066】（第1の実施形態）図1は本発明に係る第1の実施形態として、全セグメントが差動符号化されている場合の遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。本実施形態では、フレームの先頭のみを使って遅延プロファイルを求める。

【0067】図1において、受信されたOFDM信号はベースバンド信号までダウンコンバートされた後、周波数誤差算出回路11及び周波数補正回路12に供給され、同時に後述の第1のシンボル同期回路16に供給される。

【0068】上記周波数誤差算出回路11は、詳細は図示しないが、入力したOFDM信号から時間領域でのキャリア間隔以内の周波数誤差を算出する回路と、後述のFFT回路13からのフーリエ変換後の周波数領域でキャリア間隔単位の周波数誤差を算出する回路とを備える。キャリア間隔以内の周波数同期は、テレビ学技報vol.19, No.38, pp.13-18, Aug.1995に述べられている。また、キャリア間隔単位の周波数同期は、FFT後のデータを差動復調した後、2乗回路を通し、シンボル間フィルタを通すことにより、CP成分及びDBPSK変調されているキャリアが抽出される。受信側では、予めこの配置パターンが分かっているため、この配置パターンとの相関をとることにより、キャリア間隔単位の周波数誤差が算出される。

【0069】周波数補正回路12は、周波数誤差算出回路11で求められた周波数誤差を利用してOFDM信号の周波数補正を行なうもので、その出力はFFT回路13に供給される。このFFT回路13は、後述の第2のシンボル同期回路17からの信号をもとに、フーリエ変換期間を決定してFFT演算を行ない、信号を時間領域から周波数領域に変換するもので、その出力は前述の周波数誤差算出回路11に供給されると共に、フレーム同期回路14及び検波回路15に供給される。

【0070】上記フレーム同期回路14は、OFDM信号に含まれるTMCCの同期信号を検出してフレーム同期を確立するものである。また、検波回路15は、FFT後のデータについて遅延検波処理を施して受信出力を得るものである。

【0071】尚、フレームの先頭シンボルには基準位相の情報が伝送されているため、DBPSK変調されるTMCC信号及びAC（AC1, AC2）信号等のDBPSK変調されるデータを総称して、以下、DBPSK信号として説明する。

【0072】上記第1のシンボル同期回路16は、具体

的には図2に示すように構成される。ここで、図3を参照して第1のシンボル同期回路16の動作について説明する。

【0073】まず、OFDM信号は、図3(a)に示すように、そのシンボルがガード期間と有効シンボル期間からなり、ガード期間が有効シンボルの後部を巡回的に複写したものとなっている。第1のシンボル同期回路16では、有効シンボル期間遅延回路161により、図3(b)に示すようにOFDM信号を有効シンボル期間相当だけ遅延させ、乗算器162で遅延前後のOFDM信号を乗算する。遅延された信号成分がガード期間の部分では遅延なしのパスの信号成分と一致するため相関値が得られ、それ以外の区間では相関が現れない。

【0074】スライディング平均回路163は、この相関信号をガード期間長スライド積分する。この結果、図3(c)のように、遅延なしのパスの信号におけるシンボルの境界にピークが出る三角形の波形が得られる。シンボルフィルタ回路164は図3(c)の波形をシンボル間で平均化する。この三角形の波形のピークからピークまでの期間はシンボル長と一致するため、この三角形の位置からフーリエ変換処理を行なうウィンドウ位置をおおまかに決めることができる。

【0075】上記第1のシンボル同期回路16で決められたウィンドウ位置情報は、後述のIFFT回路18からのウィンドウ位置情報と共に第2のシンボル同期回路17に送られる。

【0076】次に、上記CP/DBPSK検出・複素除算回路19は、具体的には図4に示すように構成される。図4において、CP/DBPSK信号抽出回路191は、FFT後のデータから、フレームの先頭シンボルのCP信号及びDBPSK変調された信号のキャリア位置にある複素信号を取り出す。CP/DBPSK信号発生回路192は、フレーム先頭のCP信号及びDBPSK信号の既知信号を発生する。複素除算回路193は、CP/DBPSK信号抽出回路191により抽出された信号をCP/DBPSK信号発生回路192で発生された信号で複素除算する回路であり、CP及びDBPSK信号の伝送路特性を求める。残りのキャリア位置にはゼロが挿入される。これを図1のIFFT回路へ送る。

【0077】このIFFT回路18は、上記CP/DBPSK検出・複素除算回路19から出力される信号を逆フーリエ変換するもので、その出力は第2のシンボル同期回路17に供給される。

【0078】この第2のシンボル同期回路17は、具体的には図5に示すように構成される。図5において、電力算出回路171は、IFFTされた信号の実部及び虚部をそれぞれ2乗した後加算する回路である。ピーク位置検出回路172は電力算出回路171の出力のピークを検出する。尚、電力算出回路171の代わりに絶対値回路を代用して、その出力のピーク位置を用いてFFT

ウィンドウ位置を決定してもよい。但し、遅延プロファイルとして算出するためには電力算出回路が必要である。FFTウィンドウ位置決定回路173は、第1のシンボル同期回路16から送られてくるFFTウィンドウ位置をピーク位置検出回路172から送られてくる信号で補正し、新たなFFTウィンドウ位置として、FFT回路18に出力する。

【0079】ここで、図6を用いてFFTウィンドウ位置について説明する。図6(a)は受信されたOFDMシンボルを示しており、ここでは送信側でIFFTされた区間との位置ずれが生じていないものとする。図6

(a)に示す信号のインパルス応答は、図6(c)に示す位置に現れる(説明の関係上、DC成分を逆フーリエ変換するとインパルスは中央に現れるようにしている)。この時のFFTウィンドウ位置は図6(e)に示すようになる。

【0080】ところが、図6(b)のようにOFDMシンボルに位置ずれが生じた場合、インパルスの位置もずれて図6(d)に示す位置に現れる。そこで、本来現れる位置(図6(c))からのずれだけの量、フーリエ変換するウィンドウの位置をずらす。図6の場合は、フーリエ変換するウィンドウの位置を図6(f)に示す位置に変更することにより、主波のインパルス成分が中央に現れるようになる。このようにしてFFTウィンドウ位置を決定するが、図6(d)に示すようにインパルスが現れた場合、図6(g)に示すように、ガード期間の半分まで固定的にずらした位置にFFTウィンドウを設定することもできる。

【0081】遅延プロファイルの出力は、FFTウィンドウを図6(f)に示す位置に設定する場合でも、(g)に示す位置に設定する場合でも、固定的に正規のFFTウィンドウ位置をセンターとして出力するようにする。これにより、前ゴースト及び後ゴーストが確認できるようになる。

【0082】図7(a)に後ゴーストがある場合の遅延プロファイル、図7(b)に前ゴーストがある場合の遅延プロファイルを示しておく。すなわち、図7(a)の場合、センターにある主波のインパルスの位置から後ろにあるインパルスを後ゴーストとして識別し、時間Aを後ゴーストの遅延時間として測定することができる。また、図7(b)の場合、センターにある主波のインパルスの位置から前にあるインパルスを前ゴーストとして識別し、時間Bを前ゴーストの遅延時間として測定することができる。

【0083】したがって、本実施形態によれば、特別の信号を伝送することなく遅延プロファイルを解析し評価することができ、さらに通常の受信装置の構成で前ゴーストか後ゴーストかを識別できるので、シンボル同期を精密に行うことができるようになる。

【0084】(第2の実施形態)図8は本発明に係る第

2の実施の形態として、全セグメントが同期セグメントの場合の遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。本実施形態では、全てのシンボルを用いて遅延プロファイルを求める。尚、図8において、図1と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分について説明する。

【0085】図8において、受信されたOFDM信号はベースバンド信号までダウンコンバートされた後、第1のシンボル同期回路16に inputs され、第1のシンボル同期の処理が行われる。第1のシンボル同期の処理は前記第1の実施形態と同じである。また、周波数誤差算出回路11、周波数補正回路12、FFT回路13、フレーム同期回路14は、全て前記第1の実施形態と同じ処理が行なわれる。

【0086】本実施形態の特徴とする点は、図1に示したCP/DBPSK検出・複素除算回路19に代わってSP検出・複素除算・補間回路20を用いた点にある。このSP検出・複素除算・補間回路20の詳細を図9に示す。

【0087】図9において、SP信号抽出回路201はFFT後のデータからフレーム同期信号より位置が特定されたSP信号を取り出す。SP信号発生回路202は既知のSP信号を発生する。複素除算回路203は受信したSP信号を既知のSP信号で除算し、各SP位置での伝送路特性を得る。SP信号はシンボル毎に3キャリア位置シフトするため、シンボルフィルタ204を用いてシンボル方向に補間する。残りのキャリア位置部分にはゼロを挿入してIFFT回路18に送る。

【0088】図8のIFFT回路18は、SP検出・複素除算・補間回路20から送られてくるデータを逆フーリエ変換してFFTウインドウ位置を決定する。第2のシンボル同期回路17では、前述の第1の実施形態と同じ処理が行なわれる。

【0089】上記構成において、以下にその処理動作を説明する。

【0090】図10に遅延プロファイルを示す。全セグメントが同期セグメントの場合、図10(a)に示すように、SP信号により3個所に主波のインパルスが観測される。このため、図10(b)に示すように、C点に遅延波が観測された場合には、その遅延波が後ゴーストか、前ゴーストか分からない。しかし、第1のシンボル同期回路16からの情報により、前ゴーストか後ゴーストかの識別が可能となる。この様子を図11に示す。

【0091】図11(a)は送信側と同じ区間をFFTした場合である。この場合は、遅延プロファイルとしては後ゴーストしか観測されないため、図11(a)に示すゴースト成分は後ゴーストであることが分かる。これに対し、図11(c)のような区間をFFT処理した場合は、主波のインパルスが観測領域の最後の部分に観察され、時間のゼロ点、つまり中央部分から主波までの間

の遅延波が観測される。

【0092】これにより、SP信号の場合でも、前後約83 μ sまで観測できる遅延プロファイルを得ることができる。但し、ガード期間長を超える遅延波の振幅は小さく観測される。

【0093】(第3の実施形態)図12は第3の実施の形態として、同期セグメントと差動セグメントが混在する場合の遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。本実施形態では、フレームの先頭のみを使って遅延プロファイルを求める。尚、図12において、図1と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分について説明する。

【0094】図12において、受信されたOFDM信号はベースバンド信号までダウンコンバートされた後、第1のシンボル同期回路16に inputs され、第1のシンボル同期の処理が行われる。第1のシンボル同期の処理は前記第1の実施形態と同じである。また、周波数誤差算出回路11、周波数補正回路12、FFT回路13、フレーム同期回路14は、全て第1の実施形態と同じ処理が行なわれる。

【0095】本実施形態の特徴とする点は、図1に示したCP/DBPSK検出・複素除算回路19に代わってSP検出・複素除算・補間及びCP/DBPSK検出・複素除算回路21を用いた点にある。このSP検出・複素除算・補間及びCP/DBPSK検出・複素除算回路21の詳細を図13に示す。

【0096】図13において、CP/DBPSK信号検出回路211はFFT回路13の出力信号からフレームの先頭シンボルのCP信号及びDBPSK信号を取り出す。CP/DBPSK信号発生回路212は既知のCP/DBPSK信号を発生する。複素除算回路213は受信されたCP/DBPSK信号をCP/DBPSK信号発生回路212からのCP/DBPSK信号で複素除算する。SP信号抽出回路214はFFT回路13の出力信号から各シンボル毎にSP信号を取り出す。SP信号発生回路215は既知のSP信号を発生する。複素除算回路216は受信したSP信号をSP信号発生回路215からの既知のSP信号で複素除算する。シンボルフィルタ218は、複素除算された信号をシンボル方向に補間する。

【0097】合成回路217はフレームの先頭シンボル位置で複素除算されたCP/DBPSK信号と補間されたSP信号を1フレームに1フレーム先頭位置で合成し、残りの部分にはゼロを挿入した後、IFFT回路18へ送出する。

【0098】図12のIFFT回路18は、SP検出・複素除算・補間及びCP/DBPSK検出・複素除算回路21から送られてくるデータを逆フーリエ変換する。第2のシンボル同期回路17は、第1の実施形態と同じ

処理が行なわれる。

【0099】上記構成によれば、同期セグメントと差動セグメントが混在する場合でも、SPとCP/DBPSKを共に検出し、その検出結果に基づいてFFTウィンドウ位置を変更することができ、第2の実施形態と同様に、前後約83μsまで観測可能な遅延プロファイルを得ることができる。

【0100】尚、本実施形態では、同期セグメントと差動セグメントが混在する場合について説明したが、同期セグメントだけの場合でもそのまま適用可能である。

【0101】（第4の実施形態）図14は本発明に係る第4の実施の形態として、全セグメントが差動セグメントの場合の遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。但し、本実施形態では、全セグメントが差動セグメントである場合について説明するが、同期セグメントが含まれていても同期セグメントのCP及びDBPSKについては同じ処理を行うことができる。尚、図14において、図1と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分について説明する。

【0102】図14において、受信されたOFDM信号はベースバンド信号までダウンコンバートされた後、第1のシンボル同期回路16に入力され、第1のシンボル同期の処理が行われる。第1のシンボル同期の処理は第1の実施形態と同じである。また、周波数誤差算出回路11、周波数補正回路12、FFT回路13、フレーム同期回路14は、全て第1の実施形態と同じ処理が行なわれる。

【0103】本実施形態の特徴とする点は、図1に示したCP/DBPSK検出・複素除算回路19に代わってCP検出・複素除算及びDBPSK検出・誤り訂正・複素除算回路22を用いた点にある。このCP検出・複素除算及びDBPSK検出・誤り訂正・複素除算回路22の詳細を図15に示す。

【0104】図15において、DBPSK信号抽出回路221はFFT回路13の出力信号からDBPSK信号を抽出する。FECデコーダ回路222は、DBPSKの誤り訂正処理を行なう。差動符号化回路223は、誤りが訂正されたデータをもとに、送信側で行なわれた同じ処理の差動符号処理が施される。CP信号発生回路224は既知のCP信号を発生する。合成回路225は差動符号化回路223及びCP信号発生回路224からの信号を合成し、残りのキャリア部分にはゼロを挿入する。

【0105】CP/DBPSK信号抽出回路226はFFT後のデータからCP及びDBPSK信号を抽出し、残りのキャリア部分にはゼロを代入する。遅延回路227は、DBPSK信号抽出回路221から合成回路225までのに要する時間だけ遅延処理が行なわれる。複素除算回路228は遅延回路227から送られる信号を合

成回路225から出力される信号で除算することにより、複素除算処理を行なう。シンボルフィルタ229は複素除算処理されたデータをシンボル方向にフィルター処理した後、IFFT回路18へ送出する。尚、このシンボルフィルタ229はなくてもよい。

【0106】図14のIFFT回路18は、CP検出・複素除算及びDBPSK検出・誤り訂正・複素除算回路21から送られてくるデータを逆フーリエ変換する。第2のシンボル同期回路17では、第1の実施形態と同じ処理が行なわれる。

【0107】上記構成によれば、全セグメントが差動セグメントの場合でも、全シンボルを用いて遅延プロファイルを得ることができ、シンボルフィルタを利用するとノイズを抑圧することができる。尚、一部同期セグメントが含まれていても、同期セグメントのDBPSKを利用できる。

【0108】（第5の実施形態）図16は本発明に係る第5の実施の形態として、全セグメントが差動セグメントの場合のOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。尚、図16において、図1と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分について説明する。

【0109】図16において、受信されたOFDM信号はベースバンド信号までダウンコンバートされた後、第1のシンボル同期回路16に入力され、第1のシンボル同期の処理が行われる。第1のシンボル同期の処理は第1の実施形態と同じである。また、周波数誤差算出回路11、周波数補正回路12、FFT回路13、フレーム同期回路14は全て第1の実施形態と同じ処理が行なわれる。

【0110】本実施形態の特徴とする点は、図1に示したCP/DBPSK検出・複素除算回路19に代わってCP/DBPSK検出・2乗回路23を用いた点にある。本実施の形態と第1の実施形態との違いは、第1の実施形態ではフレームの先頭シンボルのみしか使用できないが、本実施形態では全シンボル用いて精密同期を取ることができる点である。但し、遅延プロファイルは求めることができない。

【0111】図17に上記CP/DBPSK検出・2乗回路23の詳細を示す。図17において、CP/DBPSK信号抽出回路231は、FFT回路13からの信号のCP信号及びDBPSK信号を抽出し、その他の部分にはゼロを挿入する。2乗回路232は抽出されたCP及びDBPSK信号を2乗する。シンボルフィルタ233はこの信号をシンボル方向にフィルター処理し、IFFT回路18に信号を送る。

【0112】図16のIFFT回路18は、CP/DBPSK検出・2乗回路23からの信号を逆フーリエ変換する。第2のシンボル同期回路17については第1の実施形態と同じである。但し、2乗処理があるため、前ゴ

ーストと後ゴーストの区別ができなくなり、遅延プロファイルは求まらない。

【0113】（第6の実施の形態）図18は本発明に係る第6の実施の形態として、全セグメントが差動セグメントの場合の遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。尚、図18において、第2のシンボル同期回路25及び遅延プロファイル生成回路26以外は第1の実施形態と同じであるので、図1と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分について説明する。

【0114】図18において、第2のシンボル同期回路25は、第1の実施形態の場合、FFTウィンドウ位置が送信側のIFFTウィンドウ位置と同じ位置でもよいし、固定的にずらせてもよかったが、本実施形態の場合は、送信側と常に同じFFTウィンドウ位置になるように同期をかけている。これにより、シンボル同期が収束してくると、IFFT回路18の出力は、電力に変換すると遅延プロファイルのピークが現れる位置はずれていないが、サンプリングの位相のみがずれていると考えることができる。

【0115】この様子を図19に示す。図19（a）は位相ずれが生じていない場合を示しており、IFFT後の信号は実部のみに成分を持ち、虚部はゼロである。図19（b）は90度の位相ずれが生じている場合を示しており、IFFT後の信号は虚部のみに成分を持ち、実部はゼロである。ここで、図19（a）、（b）では、インパルスのピーク位置について、I-Q平面状に表示したものを最下段に示している。つまり、この位相の回転についてはインパルスのピーク位置を見ることで制御することができる。

【0116】図20に遅延プロファイル生成回路26の具体的な構成を示す。図20において、CP/DBPSK発生回路261は、送信側のCP/DBPSK成分を発生する。位相回転回路262は、IFFT回路18から送られてきたデータのインパルスにおけるピーク位置の位相を判断して、CP/DBPSK信号の位相を回転させる。IFFT回路263は、位相回転回路262から出力されるデータをIFFT処理する。

【0117】正規化回路264は、図18のIFFT回路18から入力されたデータ及びIFFT回路263から入力されたデータをそれぞれ電力に変換した後、そのピーク値が双方で同じになるように正規化する。その後、減算回路265で正規化出力とIFFT回路263の出力との減算処理を行う。すると、合成回路266の入力は主波のピークがなくなり、遅延波のみの成分が現れる。主波を遅延プロファイルとして同時に示すために、合成回路266は、正規化回路264から出力されるインパルスの中央の点のみを加算する。

【0118】これにより、CP/DBPSKの配置パターンによるノイズの影響を取り除いた精密な遅延プロ

ファイルが得られる。

【0119】尚、本実施の形態では、遅延プロファイル生成回路26の入力までの処理は第1の実施形態の構成を用いたが、入力されるOFDM信号のセグメント構成に応じて、第2乃至第4の実施形態のいずれかを用いることもできる。

【0120】（第7の実施の形態）図21は本発明に係る第7の実施の形態とする遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。図21において、位相回転回路27及び遅延プロファイル生成回路28以外は第6の実施形態と同じであるので、図18と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分について説明する。

【0121】本実施の形態の場合も、第2のシンボル同期回路25は、第6の実施形態と同様、送信側と常に同じFFTウィンドウ位置になるように、すなわちインパルスが中央に表示されるように同期をかけている。位相回転回路27は、図19（a）に示すようにIFFT後のインパルスの実部が最大となり、虚部がゼロになるように位相回転の制御をする。尚、この制御は、IFFT後の電力のピークが中央に現れるようになってから行う。

【0122】遅延プロファイル生成回路28の詳細を図22に示す。図22において、CP/DBPSK発生回路281は、送信側のCP/DBPSK成分を発生する。IFFT回路282は、CP/DBPSK発生回路281から出力されるデータをIFFT処理する。尚、このCP/DBPSK発生回路281及びIFFT回路282の処理はセグメント構成により固定的なパターンになるため、まとめてROM283に格納しておいてもよい。

【0123】正規化回路284は、図21のIFFT回路18から入力されるデータ及びIFFT回路282から入力されるデータとともに電力に変換した後、そのピーク値を双方が同じになるように正規化する。その後、減算回路285により減算処理を行う。すると、合成回路286の入力は主波のピークがなくなり、遅延波のみの成分が現れる。主波を遅延プロファイルとして同時に示すために、合成回路286は、正規化回路284から出力されるインパルスの中央の点のみを加算する。これにより、CP/DBPSKの配置パターンによるノイズの影響を取り除いた精密な遅延プロファイルが得られる。

【0124】尚、本実施形態では、前記第1の実施形態を基本に説明したが、第2乃至第4の実施形態のいずれを用いた場合でも、同様に精密な遅延プロファイルが得られる。

【0125】（第8の実施の形態）第1の実施形態の回路を利用し、FFTウィンドウ位置を決定する方法について説明する。図7（a）のような場合、遅延プロフ

イルの位置よりも後方に第1の遅延波があるので、第1の実施形態で説明ように主波のピークの位置を基準にFFTウィンドウ位置を決定しても問題を生じない。しかし、3局SFN等のような場合、主波よりも時間的に早く信号成分が到達する、いわゆる前ゴースト成分が現れる場合がある。この場合、主波を基準にFFTウィンドウ位置を決定すると、前ゴースト成分がシンボル間干渉を引き起こす。

【0126】この様子を図23に示す。図23において、(a)は主波、(b)は前ゴースト成分を示している。ここで、(c)に示すように主波にFFTウィンドウ位置を合わせた場合、(b)に示す前ゴースト成分は、シンボル間干渉を引き起こす。そこで、前ゴースト成分がある場合は、図23(d)に示すように、前ゴースト成分を含む位置にFFTウィンドウ位置を決定する。このようにFFT期間を設けることにより、シンボル間干渉のない信号の再生を行なうことができる。

【0127】多数の遅延波が到来する場合には、IFFT回路18から出力される遅延プロファイルにおいて、図23(d)に示すように、ガード期間以内の電力が最大になるような位置にFFTのウィンドウ位置を決定する。これにより、ゴースト成分の電力を最大限に利用でき、しかも、前ゴーストが存在する環境下でも、シンボル間干渉の影響が少ない信号の再生が可能である。

【0128】尚、上記の各実施形態において、遅延プロファイル解析結果を表示する場合には、前ゴーストが存在する場合も後ゴーストが存在する場合も、主波がセンタになるように表示するとよい。

【0129】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、CP信号、DBPSK信号等の本数が少ない場合でも、正確にFFTウィンドウ位置を決定することができ、遅延プロファイルも正確に求めることができ、SP信号のみが伝送される場合でも、前ゴースト及び後ゴーストの区別が可能である。また、遅延プロファイルでのガード期間以内の電力が最大となる位置にFFTウィンドウ位置を設けることにより、伝送された信号を最大限に利用でき、前ゴーストが存在する場合でもシンボル間干渉の影響を取り除くことができる。

【0130】したがって、第1の課題であった、特別の信号を伝送することなく遅延プロファイルを解析し評価し得る遅延プロファイル解析装置を提供することができ、さらに第2の課題であった、通常の受信装置の構成で前ゴーストか後ゴーストかを識別でき、これによってシンボル同期を精密に行うことのできるシンボル同期方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック回路図。

【図2】本発明の第1の実施形態における第1のシンボル同期回路の構成を示すブロック図。

【図3】本発明の第1の実施形態における第1のシンボル同期回路の動作を説明するためのタイミング波形図。

【図4】本発明の第1の実施形態におけるCP/DBPSK検出・複素除算回路の詳細を示すブロック回路図。

【図5】本発明の第1の実施形態における第2のシンボル同期回路の詳細を示すブロック回路図。

【図6】本発明の第1の実施形態におけるシンボル同期方法を説明するためのタイミング波形図。

【図7】本発明の第1の実施形態における遅延プロファイルの説明するためのタイミング波形図。

【図8】本発明の第2の実施形態における遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック回路図。

【図9】本発明の第2の実施形態におけるSP検出・複素除算・補間回路の詳細を示すブロック回路図。

【図10】本発明の第2の実施形態における遅延プロファイルの説明するためのタイミング波形図。

【図11】本発明の第2の実施形態における遅延プロファイルの観測方法について説明するためのタイミング波形図。

【図12】本発明の第3の実施形態における遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック回路図。

【図13】本発明の第3の実施形態におけるSP検出・複素除算・補間及びCP/DBPSK検出・複素除算回路の詳細を示すブロック回路図。

【図14】本発明の第4の実施形態における遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック回路図。

【図15】本発明の第4の実施形態におけるCP検出・複素除算及びDBPSK検出・誤り訂正・複素除算回路の詳細を示すブロック回路図。

【図16】本発明の第5の実施形態におけるOFDM受信装置の構成を示すブロック回路図。

【図17】本発明の第5の実施形態におけるCP/DBPSK検出・2乗回路の詳細を示すブロック回路図。

【図18】本発明の第6の実施形態における遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック回路図。

【図19】本発明の第6の実施形態における位相の回転方法について説明するための図。

【図20】本発明の第6の実施形態における遅延プロファイル生成回路の詳細を示すブロック回路図。

【図21】本発明の第7の実施形態における遅延プロファイル解析機能を備えたOFDM受信装置の構成を示すブロック回路図。

【図22】本発明の第7の実施形態における遅延プロファイル生成回路の詳細を示すブロック回路図。

【図23】本発明の第8の実施形態におけるシンボル同期方法を説明するためのタイミング波形図。

【符号の説明】

11…周波数誤差算出回路
 12…周波数補正回路
 13…FFT回路
 14…フレーム同期回路
 15…検波回路
 16…第1のシンボル同期回路
 161…有効シンボル期間遅延回路
 162…乗算器
 163…スライディング平均回路
 164…シンボルフィルタ回路
 17…第2のシンボル同期回路
 171…電力算出回路
 172…ピーク位置検出回路
 173…FFTウィンドウ位置決定回路
 18…IFFT回路
 19…CP/DBPSK検出・複素除算回路
 191…CP/DBPSK信号抽出回路
 192…CP/DBPSK信号発生回路
 193…複素除算回路
 20…SP検出・複素除算・補間回路
 201…SP信号抽出回路
 202…SP信号発生回路
 203…複素除算回路
 204…シンボルフィルタ
 21…SP検出・複素除算・補間及びCP/DBPSK検出・複素除算回路
 211…CP/DBPSK信号抽出回路
 212…CP/DBPSK信号発生回路
 213…複素除算回路
 214…SP信号抽出回路
 215…SP信号発生回路
 216…複素除算回路
 217…合成回路
 218…シンボルフィルタ
 22…CP検出・複素除算及びDBPSK検出・誤り訂正・複素除算回路
 221…DBPSK信号抽出回路
 222…FECデコーダ回路
 223…差動符号化回路

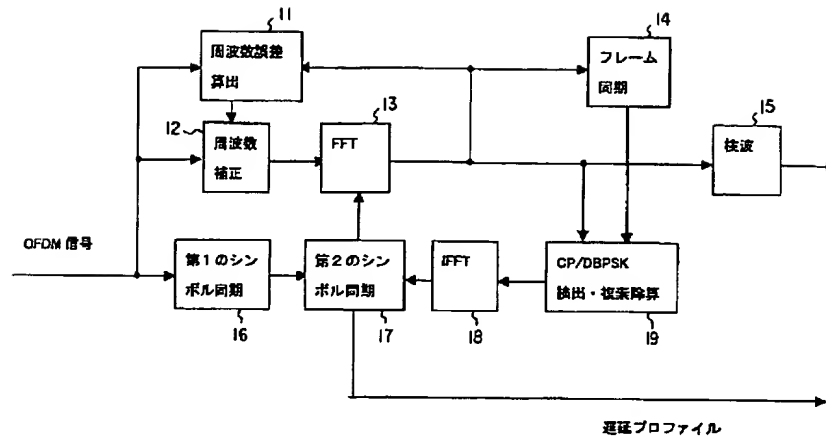
224…CP信号発生回路
 225…合成回路
 226…CP/DBPSK信号抽出回路
 227…遅延回路
 228…複素除算回路
 229…シンボルフィルタ
 23…CP/DBPSK検出・2乗回路
 231…CP/DBPSK信号抽出回路
 232…2乗回路
 233…シンボルフィルタ
 25…第2のシンボル同期回路
 26…遅延プロファイル生成回路
 261…CP/DBPSK発生回路
 262…位相回転回路
 263…IFFT回路
 264…正規化回路
 265…減算回路
 266…合成回路
 27…位相回転回路
 28…遅延プロファイル生成回路
 281…CP/DBPSK発生回路
 282…IFFT回路
 283…ROM
 284…正規化回路
 285…減算回路
 286…合成回路

【要約】

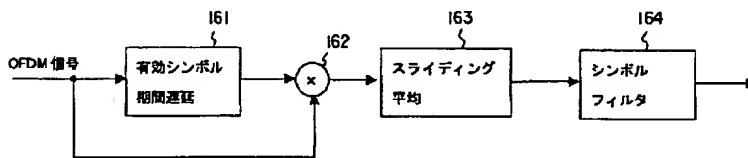
【課題】 セグメント方式によるOFDM伝送でも、精密な遅延プロファイルを算出すると同時に、フェージングなどの環境下でも、正確なシンボル同期を確立する。

【解決手段】 第1のシンボル同期回路16でウィンドウ位置を特定し、FFT回路13でOFDM信号をフーリエ変換した後、フレーム同期を確立する。このとき、CP/DBPSK検出・複素除算回路19にてフレーム同期先頭シンボルにあるCP信号及びDBPSK信号の位相基準信号を取り出し、他のキャリア位置にはゼロを挿入し、既知の信号を用いて複素除算して伝送路特性を求める。この信号をIFFT回路18で逆フーリエ変換することにより、遅延プロファイルを求める。また、その遅延プロファイルに基づいて、第2のシンボル同期回路17で送信側と同じあるいは所定位置だけずれたFFTウィンドウを設定する。

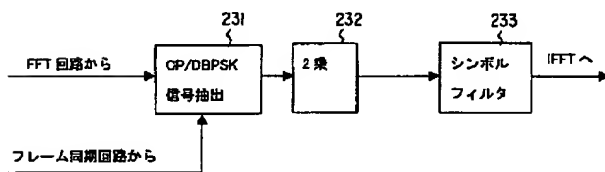
【図1】



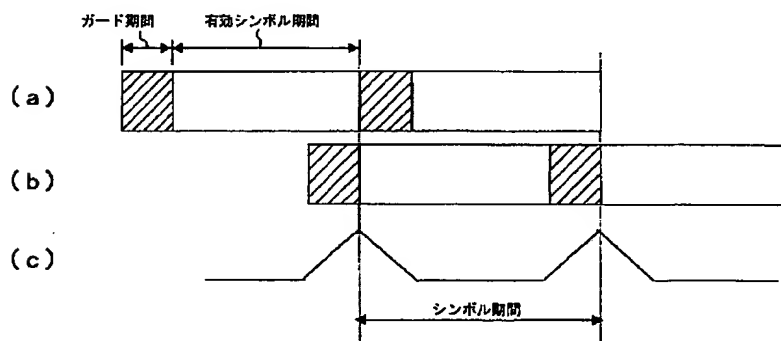
【図2】



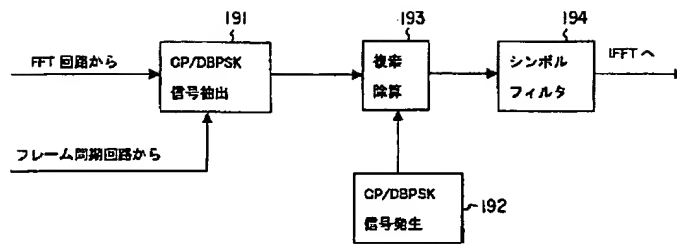
【図17】



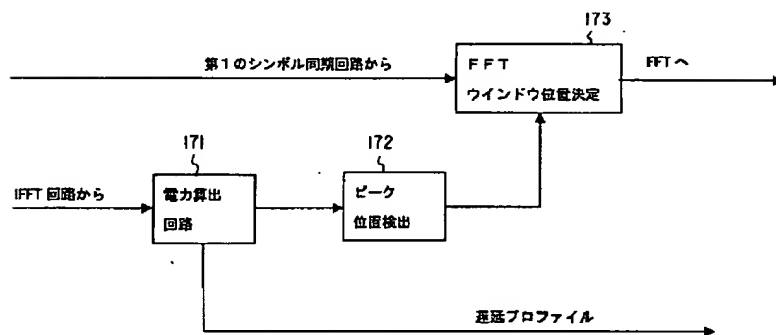
【図3】



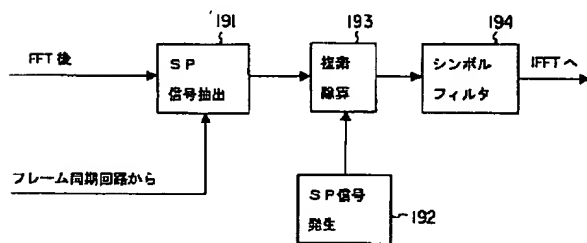
【図4】



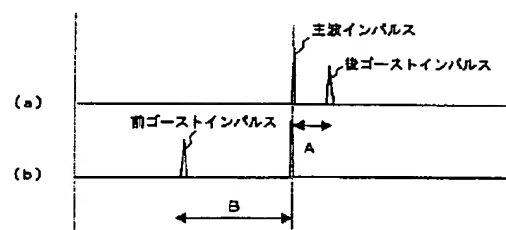
【図5】



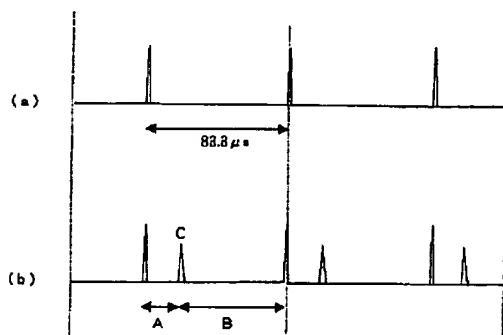
【図9】



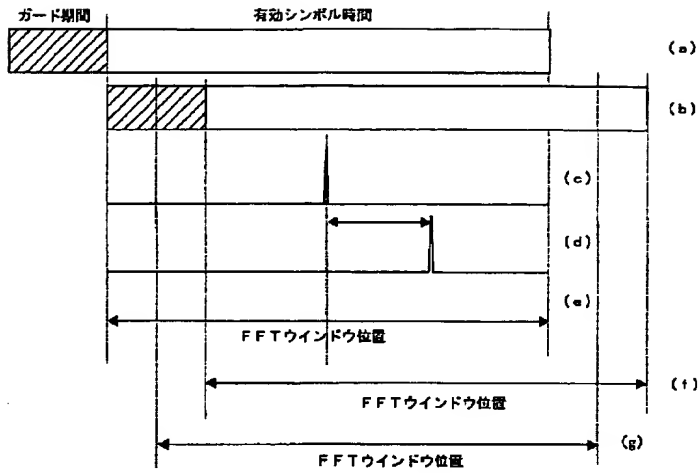
【図7】



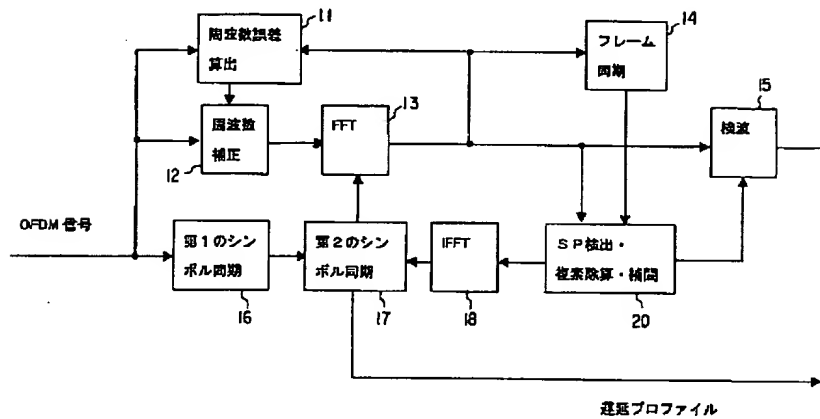
【図10】



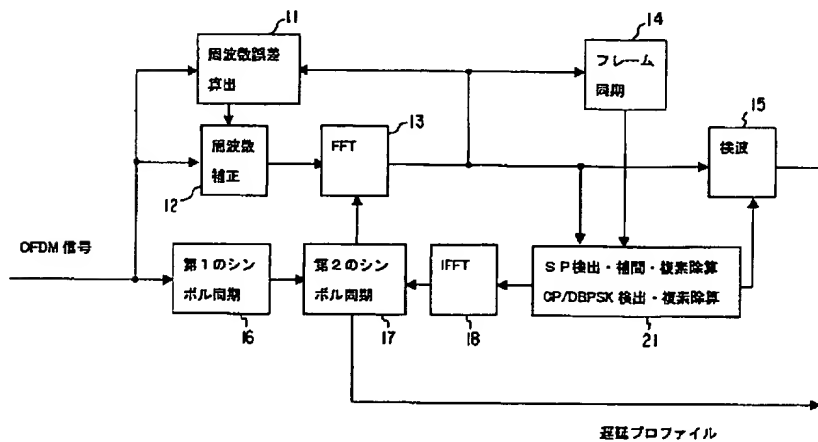
【図6】



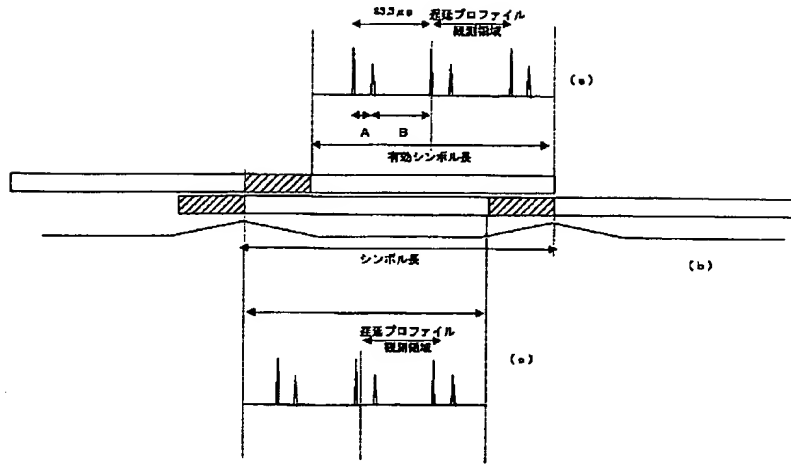
【図8】



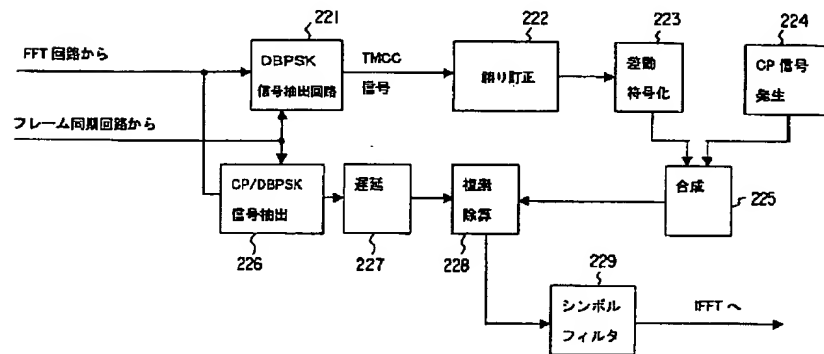
【図12】



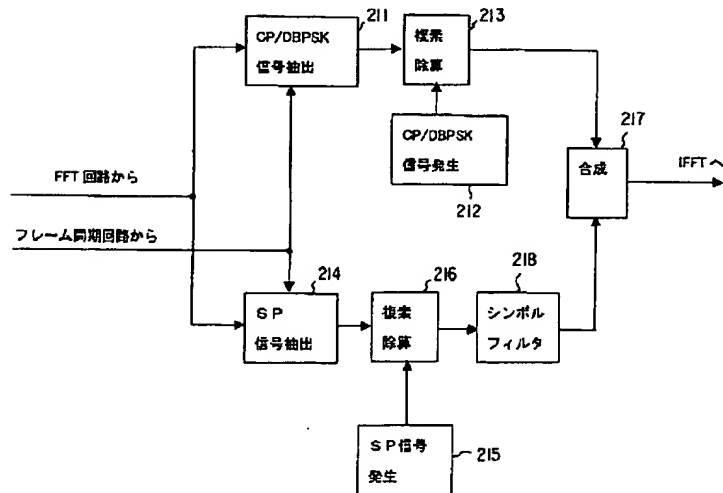
【図11】



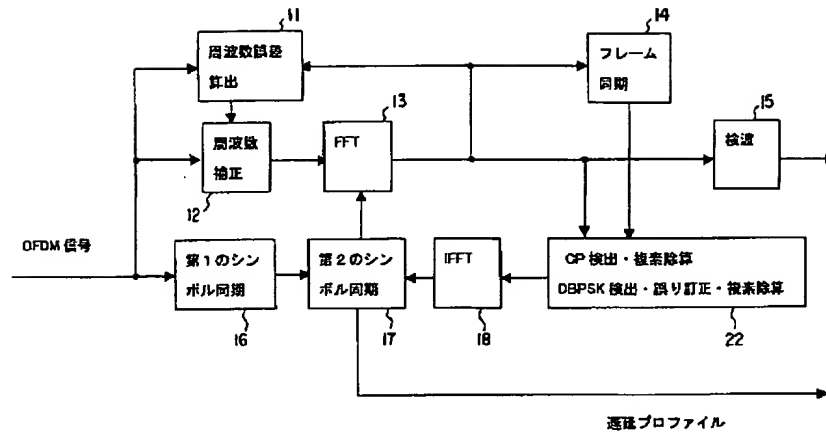
【図15】



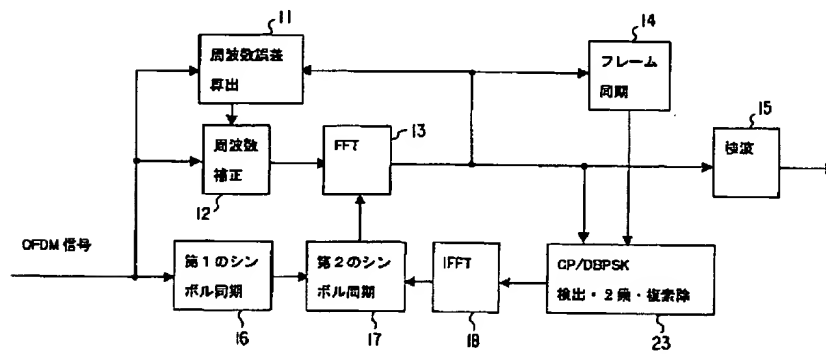
【図13】



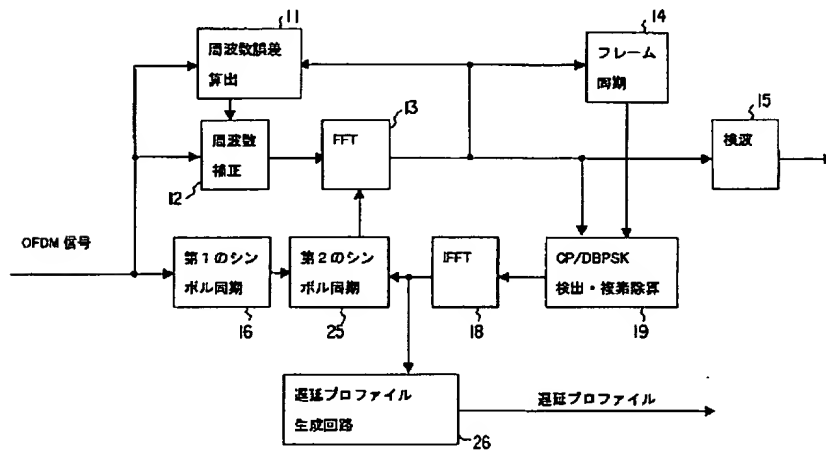
【図14】



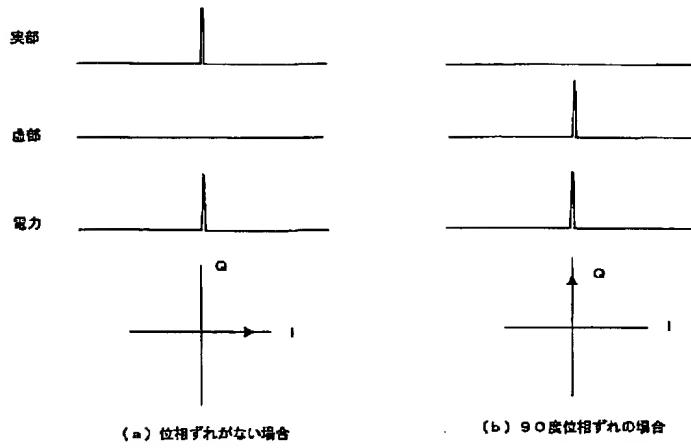
【図16】



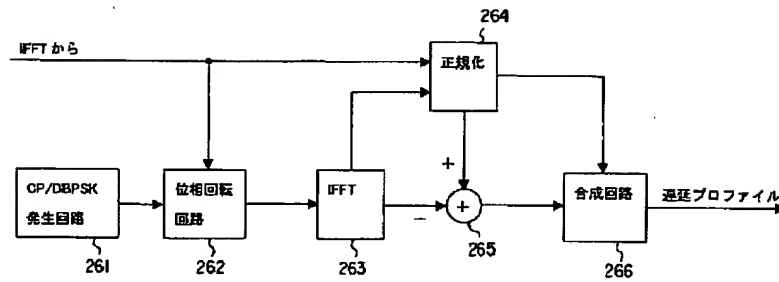
【図18】



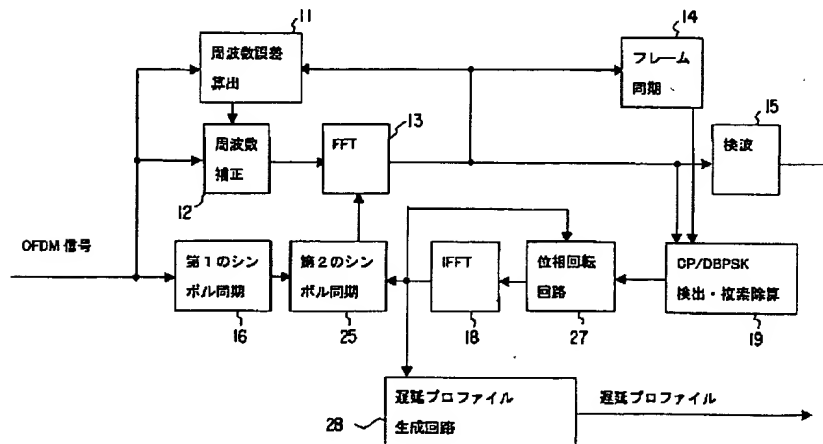
【図19】



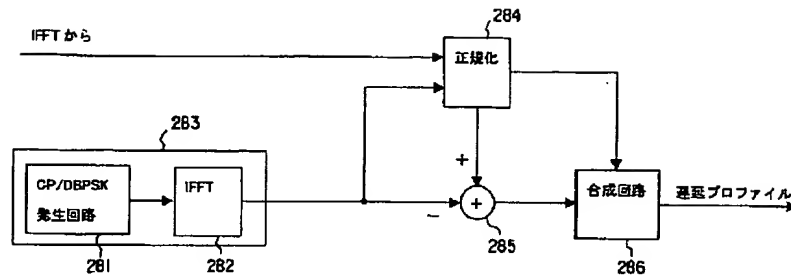
【図20】



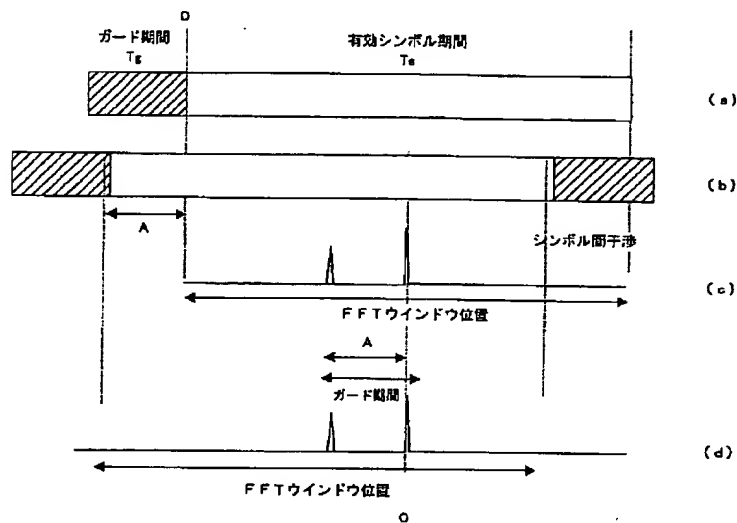
【図21】



【図22】



【図23】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 知弘
東京都港区赤坂5丁目2番8号 株式会社次世代デジタルテレビジョン放送システム研究所内

(72)発明者 林 健一郎
東京都港区赤坂5丁目2番8号 株式会社次世代デジタルテレビジョン放送システム研究所内

(72)発明者 影山 定司
東京都港区赤坂5丁目2番8号 株式会社次世代デジタルテレビジョン放送システム研究所内

(72)発明者 曾我 茂
東京都港区赤坂5丁目2番8号 株式会社次世代デジタルテレビジョン放送システム研究所内

(72)発明者 坂下 誠司
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社社内

- (56)参考文献 特開 平5-75568 (JP, A)
“地上デジタル放送の伝送方式～固定
受信および移動受信における伝送特性
～”, 技研公開講演・研究発表予稿集,
(財)NHKエンジニアリングサービ
ス, 平成10年5月22日, p. 67-72
映像情報メディア学会技術報告v o
1. 21, No. 73, p. 37-42

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H04J 11/00